

製品開発のプロセス手法に基づく PBL

概要：製品開発のプロセスは明示的に表現することが難しく、このため修得には多くの時間と経験が必要になると言われています。しかし、修士課程では2年間において一定の能力向上が望まれます。そのため、筆者が AIIT 在籍中に実践した教育では、製品開発においてしばしば遭遇する課題解決の中から体系化可能な部分を切り出した、いわゆる「プロセス手法」を重視しました。「プロセス手法」は手順が明確ですので、これに基づいて製品開発を実践することで、部分的ながら短期間で確実な能力向上が得られると考えました。本章では、その教育事例と成果物の例をご紹介します。

1. プロセス手法に基づく学修

筆者が主担当となる PBL では、修士2年次に行われる「イノベーションデザイン特別演習」を独立したものとせず、筆者が担当した講義・演習の科目と合わせて一貫した学修システムとして構築しました。修士1年次の講義「設計工学特論」では、概念設計における製品コンセプトの生成から試作までの手法、「プロトタイピング工学特論」「デジタル製品開発特論」では、詳細設計から実体試作までのコンピュータ援用の手法を修得します。続いて、演習科目の「チーム設計・試作特別演習」では、修得した手法を使ってチームベースで一つの製品を設計・試作します。その上で、「イノベーションデザイン特別演習」において1年間をかけて一つの製品づくりを実践します。

講義での知識修得に始まり、講義時間内での小演習、1クオータ科目での演習、年間科目での演習というように、「プロセス手法」を繰り返して実践できるようにし、しかも次第に実用に近づくよう、製品の複雑さと組織の規模が大きい対象物を扱うようにしました。

2. ショッピングビークルの事例

舘野 PT では、2008年度から2014年度まで行った6回のプロジェクトすべてにおいて、「動くもの」を対象としました。理由は、教員が機械工学を専門にしているためです。動きを生ずるためには、実体が必要であるうえ、動く機構が必要になるので、必然的に機械や機械システムを設計・開発することになります。本章では、2013年度に舘野 PT で行った「ショッピング HPV」プロジェクトを例に PBL のプロセスを説明します。当該年度のプロジェクト発表会にて掲示したパネルの中から、プロセスの概要に関する部分を図1に示します。



図1 製品開発プロセスの概要

2.1 概念設計

館野 PT では、概念設計において製作物の要求を明確にするため、学外調査を義務としました。学外調査の方法はその時々により異なっており、見学やインタビュー、関連する企業の方にいらしていただいて話を聞くこともあります。この年は、買い物に使うカートを開発対象として選んだ後、大型商業施設の見学と、現地でのインタビューを行いました。新しい製品コンセプトの生成では、KJ法を活用しました。

2.2 仕様作成

製品仕様を決める段階では、品質機能展開（QFD）を使用しました。QFDでは、製品を特長づけるポイントの詳細化や、仕様に検討漏れがないかの確認などに活用しました。このプロジェクトでは、新しいショッピングカートの機能として、「人が乗って安全に移動できる機能」を定義しました。

2.3 基本機能の試作と評価

一般に、新しい機能の実現には技術開発が必要となります。このプロジェクトでは、ショッピングカートに人が乗って移動できる機能と、衝突安全の機能の2つに絞り込み、開発と評価を行いました。

移動できる機能の実現については、従来のショッピングカートと同程度の荷物を載せても安定していることや、小回りが利くこと、などの機能的な要求を満足する構造をできる限り多く発案し、それらをポジショニングマップなどで整理することで、従来のショッピングカートと自転車とを合体させた構造を導出しました。試作においては、必要な部品を樹脂材料3Dプリンタで製作しました。ただし、強度が足りなかったため、カーボンファイバで強化し、人が乗れる程度の強度を実現しました。製作した試作物を使って、実際に乗った感覚や、最小回転半径などの移動性能を評価しました。

衝突安全の機能については、衝突用バンパーに着目し、適切な 3 次元形状と硬さについて検討しました。3D-CAD を用いて形状モデルを作成し、FEM(Finite Element Method)により衝突解析を行いました。この結果、薄く柔らかい樹脂板を、低い位置に膨らみを持たせた形状にして製作すれば良いことが分かりました。そこで、複数種類の形状を設計して型を作り、真空成形機を用いて樹脂板を成形してバンパーを試作しました。評価は、低速での衝突試験を実際に行い、そこで計測された加速度等から、安全性を評価しました。

2.4 詳細設計とプレゼンテーション

基本となる構造と性能の評価結果を踏まえた上で、最終的な製品の詳細設計を行いました。3D-CAD で形状モデルを作成し、3D プリンタで実体模型を製作したのに加えて、Computer Graphics(CG)画像も作成しました。製品の静止画 CG を作成して意匠性を評価するとともに、製品企画時に想定していた 3 種の使用条件に合わせた動画 CG (図 2) も作成し、一般の人にも用途の理解と有用性を理解していただけるようにしました。



(a) 手押しでショッピング

(b) 乗車して移動

(c) 座って休憩

図 2 3D-CAD モデルを用いて作成した動画 CG

3. 成果物の例

2009 年度から 2014 年度までに実施した館野 PBL の成果物を簡単に紹介します。

2009 年度の「お薬ヘルパー」は、薬の飲み忘れ防止とシートからの取り出しやすさを目的として、処方された薬を決められた時間に準備して知らせるパーソナル向け機械を提案し、試作しました。図 3 は、その内部の機械構造です。コンピュータ制御によって、指定された時刻に指定された薬を PTP シート(包装シート)から一つずつ取り出す機構になっています。機構の多くの部品は 3D プリンタで製作し、短時間で高度な機械の試作ができました。

2010 年度の「風鈴便り」は、都会の室内での暮らしに季節感を与えたり、突然の気象の変化などを伝える装置として、電子風鈴を提案しました。室外に置かれたセンサから得た気象の情報に基づいて、室内の装置が季節や気候に応じた音を発生します。小型の電波通信装置を用いて実装しました。コンパクトな構造で、意匠性にも優れた試作機を製作することができました。

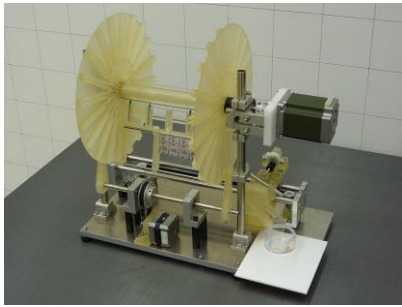
2011 年度では、「板チョコとドット絵で特別感を演出する機器とサービスの提案」と題し、板チョコのカスタマイズ製作装置を設計・試作しました。板チョコのマス目でドット絵を描くことで特別感を演出するアイデアを構築し、コンピュータソフトで絵を描くと、その通りに色のついた板チョコを作成する装置を構築しました。このプロジェクトでは、サービス、

ソフトウェア、およびハードウェアの全てにおいて斬新な成果物を得ました。

2012年度では、前節で紹介した「ショッピング HPV」を製作しました。特に、技術的に高度な成果物を得ることができました。

2013年度では、「歩行・走行支援ツール」として、足腰が衰えた高齢者の行動範囲を広げて活動的な生活を支援する装置を提案しました。足底にばねを使用し、すねあてからの力を蓄積し、推進力に変える装置の試作をしました。専門的な知識と技術を多く含む高度な成果物を得ることができました。

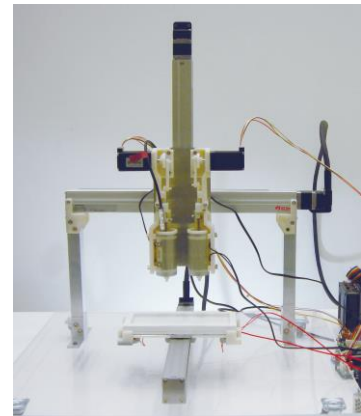
2014年度では、「Fab Circus」と題して、移動式ものづくりサービスの提案を行いました。新しい製造技術である3Dプリンタに着目し、ものづくりの楽しみを普及させるサービスとして、設計の教育やアドバイスをする出張サービスを提案しました。プロジェクト報告会自体をサービス事例と位置づけて、おもちゃや実用品などを題材としたサービス例を提示しました。



(a)お薬ヘルパー (機構部分)



(b)風鈴だより



(c)板チョコ製作機
(機構部分)



(d)歩行・走行支援ツール



(e)Fab Circus

図3 館野 PT の成果物

4. PBL 教育の成果

このように、全てのプロジェクトにおいて秀逸な成果物が得られましたが、成果物にのみ執着するのではなく、PBLを「プロセス手法」の実践として位置付けて活動してきました。チーム活動としてのPBLでは、身に着けた能力が見えにくいものですが、館野PTでは、手法に基づいて作業を分担することで、メンバーの誰もが、担当した手法について本質を理解し、実践することによって、確実な能力向上が得られたと確信しています。